

전동기 제어와 응용(7)

역/박 한 종 (당 협회 출판위원)

제3장 전동기 제어장치

3.3 제어회로용 기구

(4) 타이머

타임 릴레이, 타임 스위치 등 시한요소를 갖는 릴레이를 한시계전기(타이머)라고 부르고 있다(이하 타이머라고 한다).

타이머를 동작원리에 의해 분류하면 다음 3종류가 된다.

- 타이머 {
 - 모터 타이머(0~24시간).....일반제어용
 - 에어 타이머(0~180초).....전동기 시동용, 공작기용
 - CR 타이머(0~10초).....고빈도(크레인, 원치)용

(4-a) 모터 타이머

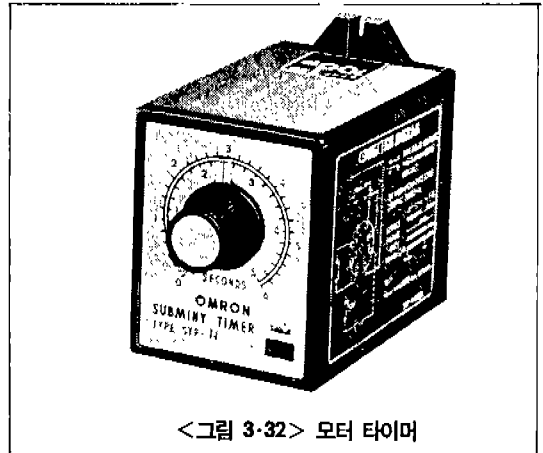
소형 싱크로너스 모터(위렌 모터)를 구동원으로 하고 기어에 의해 감속하며 캠 기구에 의해 접점을 동작시키는 것이다.

모터 타이머를 크게 분류하면 다음과 같다.

- 모터 타이머 {
 - 복귀식 타이머
 - 반복식 타이머

복귀식 타이머는 타이머 동작후 그 전원을 끊으면 자동적으로 원상태로 복귀하는 것을 말한다. 온 딜레이식이며 널리 사용된다.

반복식 타이머는 타이머에 조작전원을 부여하고 있는 동안 미리 캠 등에 의해 설정된 On-Off사이클 프로그램을 반복하는 것을 말한다. 외관은 그림 3-32와 같다.

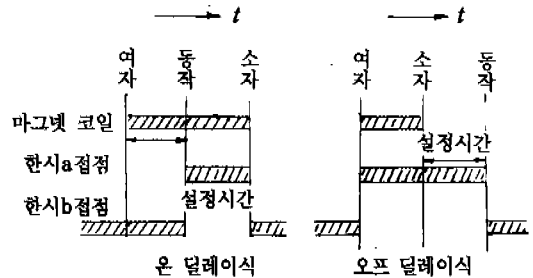


<그림 3-32> 모터 타이머

(4-b) 에어 타이머

에어 타이머에는 온 딜레이식과 오프 딜레이식이 있다. 그림 3-33에 의해 동작을 확인하기 바란다.

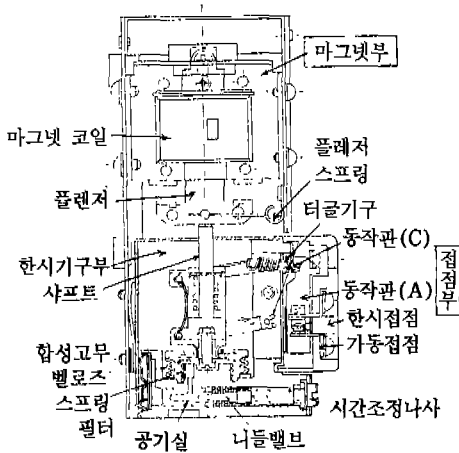
에어 타이머의 구조는 그림 3-34와 같으며, 벨로즈에 의한 한시기구부, 이것을 동작시키는 마그네틱부, 한시기구부에 연동하는 접점으로 구성되어 있다.



<그림 3-33> 동작관계

(4-c) CR 타이머

CR 타이머는 콘덴서의 충전 또는 방전특성을 이용한 것으로서 모터 타이머에 비해서 기계적 마모부 분이 적어 수명이 긴 것을 제작할 수 있다. 그러나 CR의 충방전을 이용하고 있기 때문에 원리적으로 장시한의 것은 제작이 곤란하다.



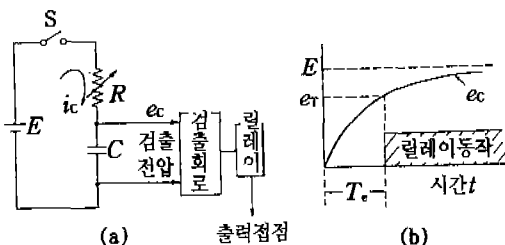
<그림 3-34> 에어 타이머(온 릴레이식)의 단면도

그림 3-35에 있어서 스위치 S를 닫았을 때의 콘덴서 충전전압 ec 는 다음식으로 부여된다.

$$ec = E - Ric = E(1 - e^{-\frac{t}{CR}})$$

ec 가 et 가 됐을 때 검출회로가 트리거되는 것이라고 하면 트리거되기까지의 시간 Te 는 다음식과 같이 된다.

$$Te = CR \log \frac{E}{E - et}$$



<그림 3-35> CR 충전회로

(4-d) 모터 과부하 보호 릴레이

모터 과부하 보호 릴레이로서는 저압 모터에는 서멀 릴레이 또는 2E 서멀 릴레이, 고압 모터에는 전자식 2E 릴레이 그리고 장시한형 유도원판형 과전류 릴레이가 사용되고 있다.

(i) 서멀 릴레이

서멀 릴레이의 동작특성은 JIS C 8325(KS C 4504)에서 다음과 같이 규정되고 있다.

- ① 전동기 전부하전류치의 50% 전류를 통하여 45초 이내에 동작할 것
- ② 전동기의 전부하전류치를 통하여 온도가 일정해진 후 그 전류치의 200% 전류를 통하여 4분 이내에 동작할 것
- ③ 전동기 전부하전류치의 100% 전류를 통하여도 동작하지 않고 온도가 일정해진 후에 전류를 집중하여 전부하전류치의 125% 이하에서 동작할 것

서멀 릴레이에는 2소자 및 3소자의 것이 있는데 3상3선식 저압전로에서는 2소자가, 그리고 3상4선식 저압전로에서는 1선 지락보호도 고려해서 3소자의 것이 일반적으로 사용되고 있다. 그리고 블로어나 CD^2 가 큰 부하의 경우는 시동시간이 길기 때문에 포화 리액터불이의 장시한형 서멀 릴레이가 사용된다.

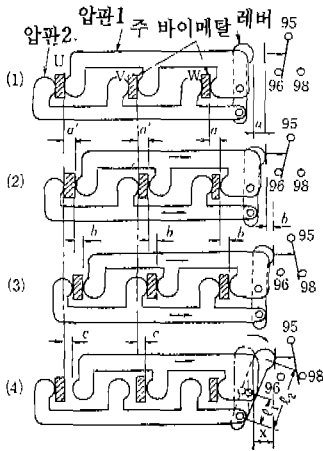
(ii) 2E 서멀 릴레이

일반적인 서멀 릴레이는 1상 결상시에 바이메탈의 구동력이 감소하기 때문에 과부하동작시 보다도 결상시쪽이 동작시간이 길어져 완전한 보호를 할 수 없다.

이 점을 개량하여 과부하와 결상이 보호되도록 한 것이 2E 서멀 릴레이이다. 단락보호에 퓨즈를 사용하는 경우나 결상하기 쉬운 부하인 경우에 사용한다. 이 동작원리를 그림 3-36에 그리고 보호특성을 그림 3-37에 든다.

(iii) 정지형 2E 릴레이

고압모터의 개폐장치로서 고압 컴비네이션 스타터가 많이 사용되지만 이 장치에는 고압 모터의 보호로서 과부하와 결상의 2요소를 보호할 수 있는 정지형 2E 릴레이(그림 3-38 참조)가 일반적으로 사용



(1) 무동전상태

3극의 바이메탈은 편위하지 않고 레버는 접점을 누르는 위치에서 a 만큼의 거리를 유지하고 떨어져 있다. 압판 1과 2는 바이메탈을 사이에 두게 배치된다.

(2) 조정전류 통전시

3극의 바이메탈은 함께 어느 양 a 만큼 편위하면 압판 1도 a ($a < a'$)만큼 슬라이드 하고 압판 2도 함께 슬라이드한다. 이 상태에서는 접점을 열기까지는 되지 않는다.

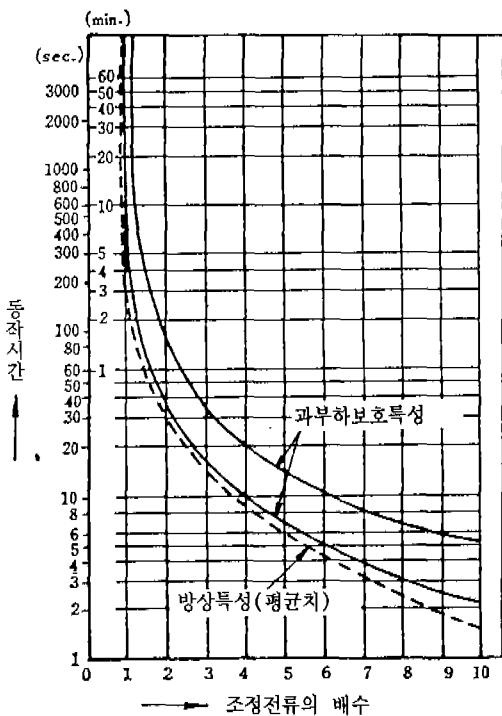
(3) 과전류 통전시

바이메탈이 (2)의 상태보다 더 편위하고 압판이 레버와 함께 b 만큼 슬라이드하여 접점을 개로(트립)시킨다.

(4) 결상시

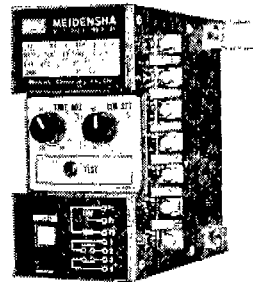
그림과 같이 예컨대 U상에 결상하면 이 상의 바이메탈은 편위하지 않고 통전되고 있는 V상 및 W상의 바이메탈이 C 만큼 편위한다. 이때 압판 2는 결상인 U상의 바이메탈에 구속되어 우측으로 슬라이드되지 않고 압판 1만이 슬라이드하고 이에 의해 레버는 압판 2의 회전축을 중심으로 시계방향으로 회전한다. 이것에 의해 레버의 접점을 누르는 위치의 동작은 $x \approx c \times l_2 / l_1$ 로 확대되어 결상시에는 전상 통전시 보다 작은 전류로 동작하게 된다.

<그림 3-36> 2E 서멀 릴레이의 동작원리

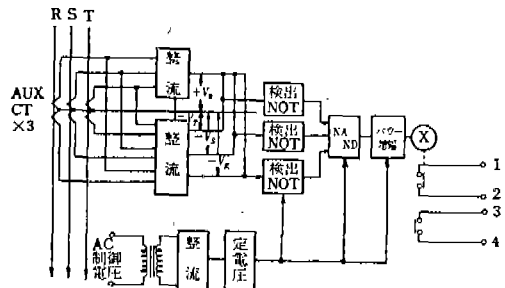


<그림 3-37> 2E 서멀 릴레이 동작특성

되고 있다. 이것에는 여러가지 방법이 있지만 그림 3-39의 결상검출회로에 대해서 설명한다.



<그림 3-38>



<그림 3-39> 결상검출회로

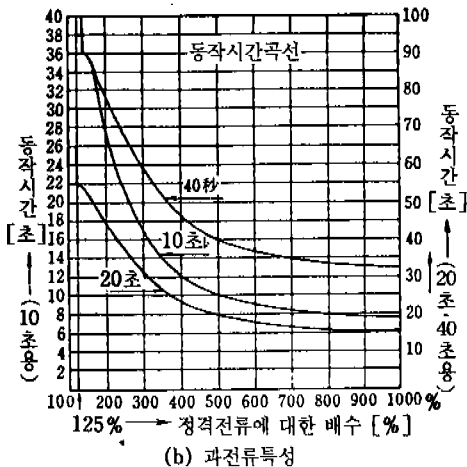
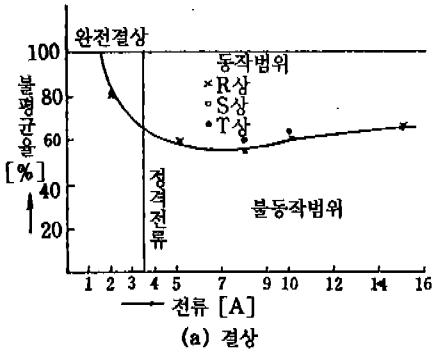
센터 탭이 있는 3개의 CT 2차를 정류하고 3상의 반파정류전압 V_0 , R, S, T상 각각의 전파정류전압, V_R , V_S , V_T 를 인출하여 $V_0 - V_R$, $V_0 - V_S$, $V_0 - V_T$ 를 보면

회로가 전전할 때 0 또는 부
결상일 때 정

이 되는 것을 이용해서 릴레이를 동작시키는 것이다. 과전류에 대해서는 V_0 와 설정전압을 비교하고 시간요소를 넣어 반시한 특성으로 하고 있다. 그림 3·40은 이 동작특성이다.

(iv) 유도원판형 장시한 과전류계전기

3kV급으로 1,500kW를 초과하는 대형전동기 개폐장치에는 진공차단기 또는 유차단기가 사용되고 있다. 이 경우 고압모터의 과부하 보호로서는 신뢰성이 높은 유도원판형 장시한 과전류계전기가 사용



<그림 3·40> 결상 및 과전류특성

된다. 이 계전기는 원판축의 회전을 기어로 감속하여 장시한형으로 한 것으로, 설정시간 최대일 때 200% 전류로 50초의 시한을 취할 수 있다.

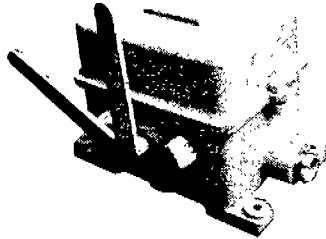
(4-e) 리밋 스위치

리밋 스위치 이동물체의 위치검출기로서 연동운전, 자동정지, 경보, 보호 등에 널리 사용되고 있다. 조작방식에 따라 자동복귀형, 비자동복귀형, 회전형으로 분류된다.

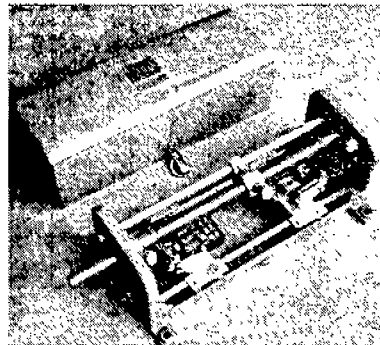
자동복귀형 리밋 스위치는 가장 일반적인 것으로서, 이동물체가 리밋 스위치의 레버를 작동하고 있는 동안만 리밋 스위치가 작동하고 이동물체가 없어지면 레버가 스프링으로 자동적으로 복귀한다.



(a) 롤러레버식



(b) V레버식



(c) 축회전 스크류식

<그림 3·41> 리밋 스위치

비자동 복귀형은 이동물체가 없어져도 원상태로 복귀하지 않고 이동물체가 복귀방향으로 레버를 작동시켜 비로소 복귀한다.

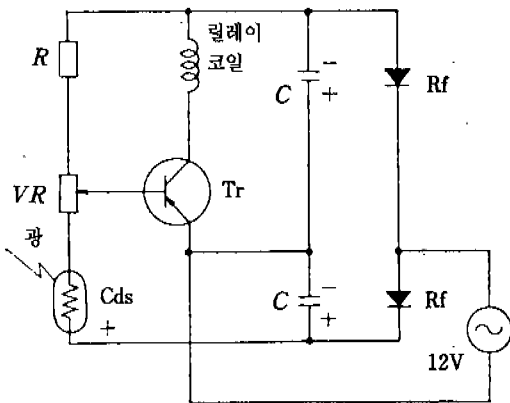
회전형 리미트 스위치는 샤프트에 달려 있는 캠에 의해 접점을 동작시키는 것으로서 기계 구동부에 직결 또는 감속기를 거쳐 연결된다. 검출위치의 설정은 캠 조정으로 한다. 그림 3-41에 각종 리미트 스위치의 외관을 든다.

(4-f) 광전검출기

1방향으로 광선을 보내는 기구를 가지는 투광기와 이것에 상대되는 광전변환소자를 내장하는 수광기간을 차단 또는 물체가 통과함으로써 변화하는 광량의 변화분을 전기신호로 변환하고 스위칭 회로를 통해서 유접점 릴레이 또는 무접점 릴레이를 동작시켜 On, Off제어를 하고 있다.

일반적으로 광전변환소자로서는 CdS(유화 카드뮴) 광전소자나 호토 트랜지스터를 사용한 것이 많다.

그림 3-42에 광전릴레이의 회로도를 든다. p-n-p 트랜지스터에 있어서 Cds를 통해서 정전위에 유지되어 있던 베이스를 광선의 차단에 의해 즉시 부로 이동시켜 컬렉터 전류를 도약적으로 흘려 릴레이를 동작시키고 있다.



<그림 3-42> 광전검출기의 회로도

(4-g) 무접촉 리미트 스위치

피검출체에 기계적으로 접촉하지 않고 물체의 위치 등을 검출하는 것으로서 피검출체의 전자적 성질을 이용한 것이 많다. 기본적으로는 검출부와 제어부로 구성되어 있다.

동작방식으로서는 일반적으로 사용되고 있는 것은 발진정지형, 주파수 변화형, 발진개시형이다. 트랜지스터 발진회로의 코일이 검출부 코일을 겹하고 있는 것이 고주파발진형의 특징이며, 20~500kHz 정도의 주파수로 전자장을 형성하고 있는데 이 전자장내에 피검출체 금속이 접근하면 피검출체 금속표면에 와전류가 유도되어 발진회로의 손실이 급증, 발진주파수가 변화하고 결국 정지한다.

발진강도와 거리를 일정하게 하여 두면 접근하는 금속의 재질, 크기, 두께, 속도 등에 따라 과전류의 발생률이 상이하기 때문에 감도가 변화한다.

(4-h) 초음파검출기

초음파검출기와 수신기간을 물체가 차단하는 것을 검출하는 것으로서, 광전식으로는 불가능한 유리편 등과 같은 투명체 검출에 사용된다. 다만, 바람의 영향을 받으므로 주의를 요한다.

3.4 시동기

시동기(스타터)는 전동기의 시동방식이나 용도에 따라 여러가지의 것이 사용되고 있다.

예를 들면 대형 크레인을 타고 운전사가 조작하는 컨트롤러라든가, 간단한 것으로는 푸시버튼 시동기 등이 있다. 최근 현장에서는 수동조작하는 시동컨트롤러, 시동보상기 등이 자동화, 원방조작화에 영향받아 감소하는 경향이 있다.

즉, 기술동향으로는 수동에서 간접조작으로, 구조로는 개방형에서 폐쇄형으로 그리고 단독설치형에서 집합형으로 이행하는 경향이 있다.

표 3-8은 단계로 사용되는 시동기에 반형식이 되는 것도 포함해서 유도전동기에 사용되고 있는 것을 종합하였다.

직류전동기용의 시동기는 극히 일부의 소용량의 것을 제외하고 전자제어반을 사용하는 것이 보통이다

<표 3-7> 유도전동기의 시동기 및 제어장치

종별	명칭	형식	조작	시동방식	적용출력 200/ 200V 일때	주요기구	가 격			비 고		
							저	중	고			
1차	~440V	푸시버튼 시동기		수동	직입	~3.7kW	BS+[퓨즈]	○			소용량시에 한정된다. 가급적 전자점속기를 사용한다.	
		캠 또는 드럼시동기		"	직입 -△	~30kW	캠, 드럼스위치	○			"	
		금속함개폐기		"	직입	~3.7kW	스위치+퓨즈 (서멀트립)	○				"
		전자개폐기		전자	직입 -△	~90kW	MS		○			1대만의 제어에 적합하다.
		저압 콤비네이션 스타터		"	직입	~45kW	MCB+MS			○		그리 사용되지 않는다.
		저압 컨트롤 센서	인출형 최대 9	"	직입	~45kW	"				○	전동기군 제어에 적합하다
		전자제어반		"	"	"	"				○	다른 제어기구와 함께 반에 조입한 것이다. 전동기군 제어에 적합하다.
축	~6.6kV	유입배전함		수동	직입	3,00/3,300V일때 ~370kW	오일 스위치	○			가급적 가중개폐기를 사용한다	
		기중배전함		전자	직입	~750kW (정격 200A일때)	MS, VS	○				1대만의 제어에 적합하다.
		고압 콤비네이션 스타터	인출형 3 인출형 3	"	직입, 리액터	~750kW (정격 200A일때)	PF+MC PF+VC		○			빈도가 많을 때 적합하다.
		개방형 개폐장치		수동 전자	직입, 리액터		OCB			○		가급적 폐쇄형을 사용한다.
		폐쇄형 개폐장치		"	직입, 리액터	~4,500kW (정격 1,200A 일때)	OCB VCB MBB ABB				○ ○ ○ ○	차단용량이 크다.
2차	축	페이스스프레이트형 시동기		수동		~75kW		○				
		캠형 시동기		수동 전동		~2,200kW				○		2차저항은 별도장치한다. 크레인용의 것(수동)은 1 차속도 동시에 제어한다.
		액체저항기		수동 전동		~수천kW				○		
		전자제어반		전자		~2,200kW				○		2차저항기는 반의 장치. 대용량의 것은 비용이 비싸다.

BS : 푸시버튼스위치
MS : 전자개폐기 (열동형 과전류차단기불이)
MCB : 배선용차단기
MC : 전자점속기

PF : 전력퓨즈
VC : 진공전자점속기
OCB : 유차단기

VCB : 진공차단기
MBB : 자기차단기
ABB : 공기차단기

[1] 시동기

(1) 금속함개폐기(JIS C 8326, KS C 8304)

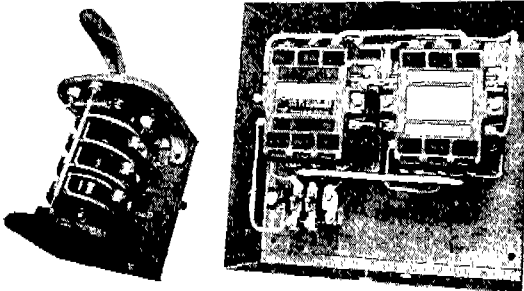
200/220V, 400/440V로 3.7kW 이하의 전동기 시동에 사용되는 수동시동기이다. 강판 케이스내에 개폐기와 보호장치를 내장하고 외부에서 개폐할 수 있게 되어 있다. 수동조작기구에는 버튼식과 레버식이 있고 보호장치로서는 서멀 트립과 퓨즈의 두가지가 있다.

(2) 드럼형 시동기

전동기의 정회전·역회전 전환용과 -△시동용의 2종이 있다. 전부 강판케이스 내에 스위치를 넣고 조작레버가 설치되어 있다(그림 3-43 참조).

(3) 전자개폐기(JIS C 8325 및 JIS C 4504, KS C 4504 및 KS C 4005)

전자개폐기는 전동기의 시동, 정지, 가역운전 등의 조작을 원방에서 또는 자동적으로 하는 것에 사용되는 것으로서, 전자접속기와 열동형계전기가 조합되어 있으며 개방형의 것과 함에 수용한 개폐형이 있다. 그림 3-44에 개폐형의 외관을 든다.



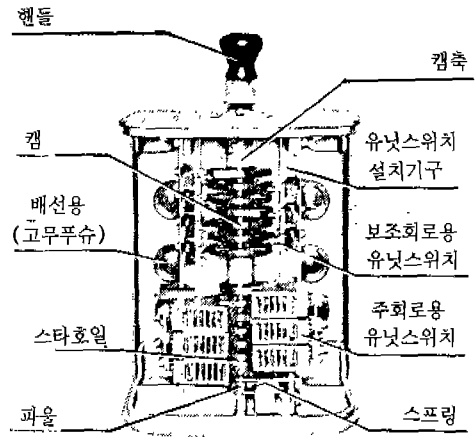
<그림 3-43> 드럼형 시동기 <그림 3-44> 전자개폐기

[2] 제어기(컨트롤러)

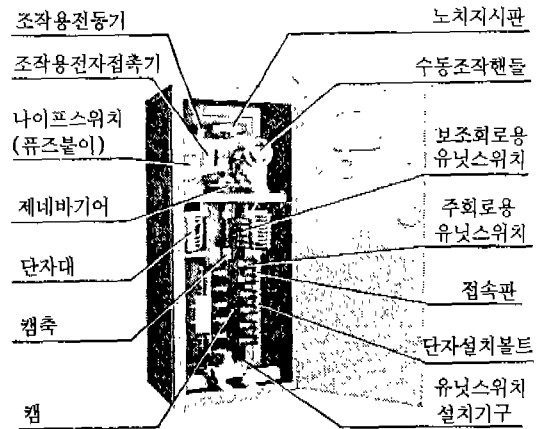
제어기는 전동기의 시동, 속도제어, 가역운전 등을 하는 경우에 사용된다.

(1) 페이스 플레이트형 시동기

페이스 플레이트형 시동기는 제어기중에서 가장 간단한 것으로서, 2차저항기에 노치판이 달려 있고 핸들 조작에 의해 전동기를 시동하는 것이다. 노치 수 4단정도로 75kW 이하에 사용된다.



<그림 3-45> 수동 캠식 제어기



<그림 3-46> 수동조작 캠식제어기

(2) 수동캠식 제어기

그림 3-45와 같이 캠축으로 접촉부를 동작시키는 것인데 저항기와 조합시동기로서 보통 300kW 이하인 유도전동기에 사용된다. 2차저항 최대의 시동노치가 아니면 전동기 1차측의 개폐기가 닫혀지지 않도록 인터록 접점이 설치되어 있다. 1차측 가역전환 접점을 추가시켜 크레인의 가역직접제어에도 사용된다.

(3) 전동조작 캠식 제어기

이 기기는 캠식 제어기를 전동조작으로 한 것으로서, 유도전동기의 시동 또는 속도제어용으로서는 2, 200kW 정도까지 사용할 수 있다.

그림 3-46은 그 외관을 보인 것이다.